



DISTRITO ARGENTÍFERO CERRO NEGRO, LA RIOJA

Isidoro B. Schalamuk¹ y Amelia M. V. Logan²

INTRODUCCIÓN

Los depósitos argentíferos del Sistema de Famatina se localizan en la porción oriental de la citada región morfoestructural, siendo importantes los pertenecientes a los distritos Cerro Negro, La Caldera y Tigre. El primero fue el más explotado con las minas La Viuda y La Peregrina. La mina La Peregrina es la portadora de la mineralización argentífera más interesante y compleja y está localizada en el sector oeste del Cerro Negro.

Se trata de cuerpos vetiformes ricos en plata, cinc y plomo con contenidos en níquel, telurio, cobalto y oro, alojados en sedimentitas de la Formación Negro Peinado y se los vinculan genéticamente a las intrusiones dacíticas pliocenas que afloran en la región. Los depósitos presentan características geológicas y mineralógicas similares en los tres sectores o distritos.

UBICACIÓN

El distrito Cerro Negro se encuentra a unos 30 km, en línea recta, al oeste de la ciudad de Chilecito, departamento homónimo, al sur de las vetas cupríferas del distrito La Mejicana y al norte del distrito El Oro, a una altura que oscila entre 3.800 y 4.000 m sobre el nivel del mar.

LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

Se trata de un conjunto de estructuras explotadas en forma esporádica en los dos últimos siglos, en razón de la demanda oscilante de metales preciosos y al aprovechamiento de algunos clavos muy ricos. Se registra producción discontinua hasta el año 1910, preferentemente en la mina La Peregrina, que explotaba menas con tenores en plata de 10-12 kg por tonelada (Allchurch, 1895). A pesar de que la explotación fue esporádica y no todas las minas del distrito registraban actividad a lo largo de algunas décadas, estas áreas poseen en la actualidad signos de potencialidad económica.

Su máxima producción fue de 6-8 t mensuales, cuando operaba la compañía francesa de Nonogasta a fines del siglo pasado. En La Peregrina se señala la existencia de 16 galerías o niveles de hasta 100 m de largo y profundidades de hasta 120 m en las labores más inferiores.

HISTORIA DEL DISTRITO

DESCUBRIMIENTO Y TAREAS DE EXPLORACIÓN

Los primeros trabajos mineros fueron realizados por mineros aragoneses (Jesuitas laicos) en el año 1767, los que habrían continuado trabajando hasta 1810. Desde esa época en adelante se registraron intentos esporádicos de explotación hasta 1910, siendo la compañía francesa de Nonogasta la de mayor envergadura. Los minerales se beneficiaron en pequeñas plantas por el método de amalgamación instaladas al pie del Famatina.

¹ Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Departamento Científico Geología Aplicada.

² Smithsonian Museum.

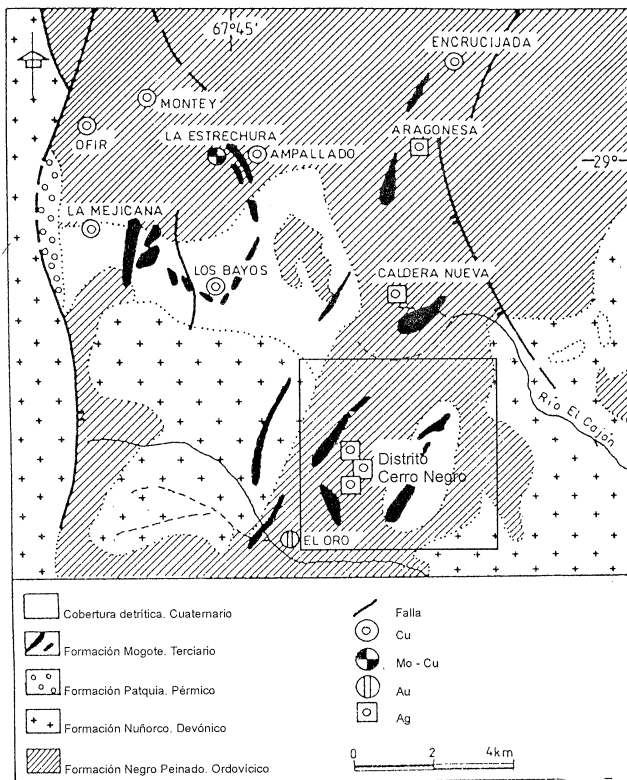


Figura 1. Geología del sector oriental del Sistema de Famatina.

Las primeras referencias acerca de la minería de los depósitos se deben a Rickard (1869), que informa del abandono e inaccesibilidad de las labores, salvo de los trabajos que se mantenían activos en cerro Negro. Las contribuciones de carácter geológico se deben a Stelzner (1885); Allchurch (1895); Viteau (1910) y Bodenbender (1913). Más recientemente el Plan la Rioja (1973) del Servicio Nacional Minero-Geológico llevó a cabo un estudio general de las vetas del área cerro Negro, con el relevamiento de los sectores oriental y occidental y con tomas de muestras de laboreos internos y desmontes, poniendo en evidencia un total de 320 trabajos mineros entre superficiales y subterráneos. Schalamuk *et al.* (1977); Schalamuk y Logan (1994); Ríos Gomez (1990) y Ríos Gomez *et al.* (1992), amplían la información geológica y mineralógica del distrito.

PROPIETARIOS

Las propiedades mineras han pasado por varias manos hasta mediados del presente siglo. Actualmente se encuentran enpadronadas a nombre de distintas personas de la provincia de La Rioja. En razón de la gran subdivisión de las mismas ha sido muy difícil la concreción de trabajos exploratorios por parte de empresas interesadas en el rubro.

GEOLOGÍA REGIONAL

La región se caracteriza por la presencia de grauwacas, cuarcitas y pelitas metamorizadas a grado esquistos verdes, pertenecientes a la Formación Negro Peinado, adjudicada al Proterozoico por Turner (1971) y posteriormente al Ordovícico inferior a medio por De Alba (1972). Durand *et al.* (1990), la asigna al Proterozoico superior a Cámbrico inferior, en base a la determinación de trazas fósiles y Clemens 1992 (en Brodtkorb *et al.*, 1996), la extiende al Tremadociano en función del material fosilífero registrado en turbiditas carbonáticas, localizadas en las porciones superiores de esa formación. Durante el Ciclo Famatiniano (Aceñolaza y Toselli, 1976), las sedimentitas eopaleozoicas fueron intruidas por granitoides calco-alcalinos, correspondientes a la Formación Nuñorco, asignada al Ordovícico medio a superior y representada predominantemente por monzogranitos, granodioritas y tonalitas. Se destacan también diques básicos a intermedios pertenecientes a la Formación La Ojota a la que Maisonave (1979), postula una edad silúrica inferior. Le siguen formaciones sedimentarias del Grupo Paganzo; intrusiones de dacitas y riodacitas de la Formación Mogotes, asignada al Plioceno inferior por dataciones radiométricas. Completan el cuadro geológico sedimentos del Terciario superior y Cuaternario; en estos últimos se localizan aluviones auríferos (figura 1).

El magmatismo del Plioceno inferior a medio ($5,9 \pm 0,2$ Ma., McBride 1972; $5,7 \pm 0,2$ Ma., Stipanich y Linares (1975) está representado en el área por la riodacita-dacita de Mogote. Estas rocas son generalmente de textura granofírica con fenocristales de plagioclasa, cuarzo y bitota en una masa microgranular. En profundidad, la riodacita gradúa a granodiorita en el área de La estrechura y Ampallado (Marcos y Zanettini, 1981). En otras áreas la intensa alteración hidrotermal se ha sobrepuesto a la asociación primaria.

El metamorfismo regional y la deformación del área relacionada a la Orogenia Caledónica ocurrió durante el Ordovícico inferior (480 ± 15 Ma, Toselli 1978). Los bancos o lentes muestran una suave esquistosidad y un alto grado de silicificación.

Estructuralmente, el Sistema de Famatina está caracterizado por la presencia de fallas profundas agrupadas con dirección norte-sur. La estructura es el resultado de movimientos tectónicos diversos; la Sierra de Famatina se originó durante la Orogenia Ándica. La intrusión del complejo riodacítico-dacítico Mogote tuvo lugar entre los Movimientos Ándicos II y III (Marcos y Zanettini, 1981). La mineralización en el Famatina ocurrió durante la fase temprana del Movimiento Ándico III. Los depósitos se formaron en el ciclo orogénico durante el período de subducción en un ambiente compresional de retroarco correspondiente al arco magmático terciario. Las vetas se formaron en fracturas secundarias después de la constitución de fallas inversas durante un relieve tensional (V. Ramos, com. pers.). Un estudio del

área demostró que las fracturas con dirección este-oeste coinciden con las estructuras mineralizadas del distrito Cerro Negro.

GEOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

LITOLOGÍA Y ESTRUCTURAS

La geología en el área está representada por sedimentitas de bajo grado de metamorfismo (pizarras), grisáceas y verdosas, por lo general bien foliadas (Formación Negro Peinado), con dirección preponderante norte-sur a noroeste-sureste, intruidas por el granito de la Formación Ñuñorco, diques de la Formación Ojota y cuerpos dacíticos y riódacíticos de la Formación Mogotes (figura 2). En ese ámbito se destacan las distintas vetas que participan tanto del distrito minero Cerro Negro como los de Caldera y Tigre. Las estructuras acusan direcciones preferenciales que

siguen dos sistemas de fallas, este-oeste y noroeste-sureste, con buzamiento de variado ángulo hasta subvertical. Registran desarrollos frecuentes entre 150 y 400 m de longitud y potencias de 0,50 a más de 2,50 metros.

El conjunto de minas argentíferas del Famatina muestra, en líneas generales, características similares entre sí. Las mineralizaciones tienen como roca de caja las pizarras de Formación Negro Peinado y, ocasionalmente, intersecan las rocas dacíticas de la Formación Mogote.

En el distrito Cerro Negro, sector La Viuda, se destacan entre otras, las vetas que conforman las mina La Peregrina, Teresa, Santo Domingo, San Andrés, Cortadera, La Viuda, Gloria y Nicolasa. Las estructuras que componen a Santo Domingo, La Viuda y La Peregrina son las que registran mayores dimensiones y potencialidad minera.

La veta Peregrina, perteneciente a la propiedad homónima, localizada en el sector occidental de Cerro Negro, fue la más explotada. Registra un rumbo N30° 0 y una inclinación de unos 70° al noreste. Posee un desarrollo de 350 m

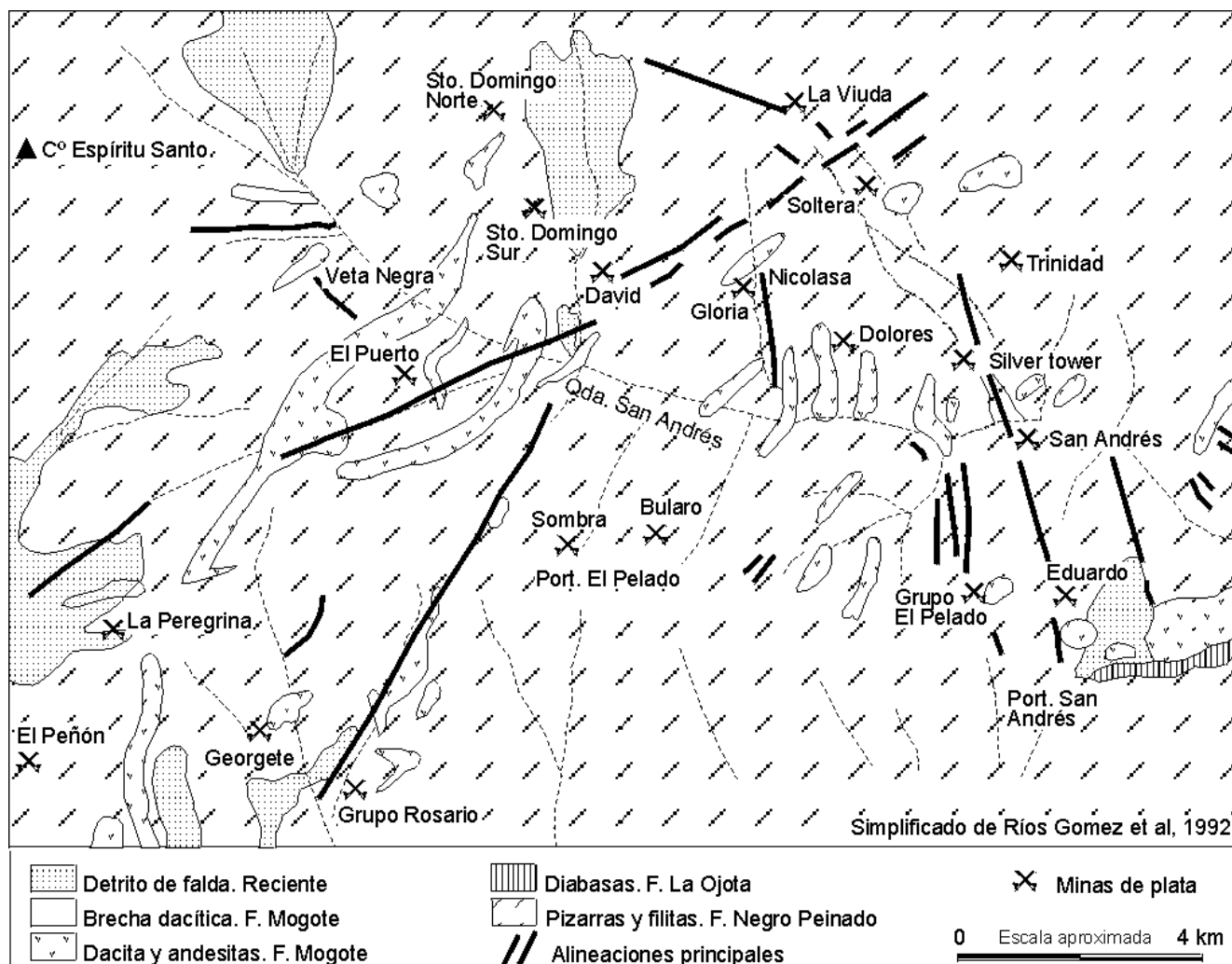


Figura 2. Geología del distrito Cerro Negro.

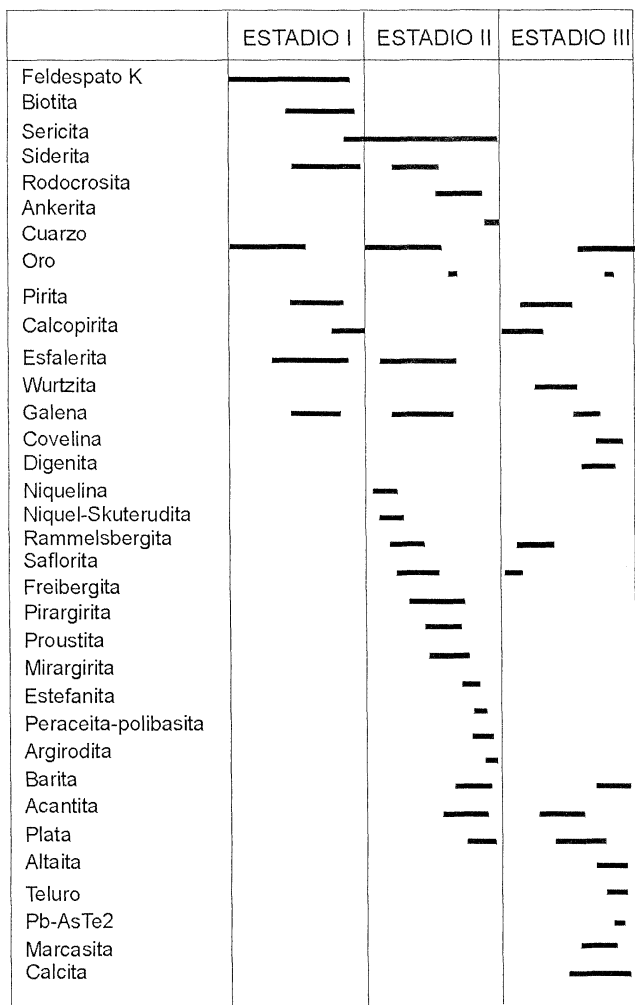


Figura 3. Secuencia paragenética.

y una potencia media de 0,75 m y ha sido reconocida hasta los 150 m en profundidad, siguiendo su buzamiento, de acuerdo a la información del Plan La Rioja (Schalamuk *et al.*, 1977). Se señalan para esa estructura un total de 78 labores de exploración-explotación.

ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

La alteración más significativa es la silicificación, que se manifiesta en forma de sílice microcristalina (calcedonia), tanto pervasiva como selectiva, a modo de fajas en los hastiales de las estructuras mineralizadas. La sericitización que rodea a las zonas silicificadas cercanas a las vetas también es muy característica, tanto en las rocas ígneas, donde se evidencia reemplazando a feldespato y biotita, y en las pizarras. La alteración de tipo propilítica está más extendida, en forma de aureolas, con clorita (del grupo pennina), epidoto y en parte acompañada de una fina pirritización.

De acuerdo al tipo de alteración hidrotermal y a la asociación mineral característica, las minas La Viuda, Caldera, Cerro Negro y Tigre se agrupan dentro de la clasificación tipo adularia – sericita con una cantidad notable de especies mineralógicas identificadas microscópicamente y por estudios de microscopía electrónica.

MINERALOGÍA

Las vetas de La Peregrina son las más conocidas; sin embargo el contexto general indica, para el conjunto del

	11	12	13	114	115	116	117
%							
Zn	64,80	62,65	61,80	65,40	64,80	65,70	66,30
Fe	1,75	1,90	4,30	0,68	0,78	0,64	0,46
Mn	0,35	0,40	0,04	0,08	0,67	0,06	0,06
Cd	0,40	0,35	0,16	0,69	0,49	0,51	0,61
S	33,00	33,10	33,20	32,70	32,80	32,90	32,40
Sum	100,30	98,40	99,50	99,50	99,94	99,81	99,83
mol %							
ZnS	95,72	95,94	93,21	97,83	97,97	98,19	98,32
FeS	2,58	2,91	6,49	1,02	1,18	0,96	0,68
MnS	0,52	0,61	0,06	0,12	0,11	0,09	0,09
CdS	0,59	0,54	0,24	1,03	0,74	0,76	0,90

Tabla 1: Análisis de esfalerita por microsonda electrónica

	11	12	13	114	115	116	117
ppm							
Ga	18,5	28,4	22,6	14,3	21,5	17,8	16,5
In	5,6	4,3	7,2	4,2	2,8	5,6	6,8
Ge	74,0	33,0	28,0	260,0	210,0	180,0	85,0
Bi	---	---	---	<3	<3	<3	<3
As	630,0	110,0	198,0	280,0	155,0	190,0	250,0
Ti	32,0	12,0	18,0	4,0	3,0	8,6	6,5

Tabla 2: Análisis de esfalerita por activación neutrónica

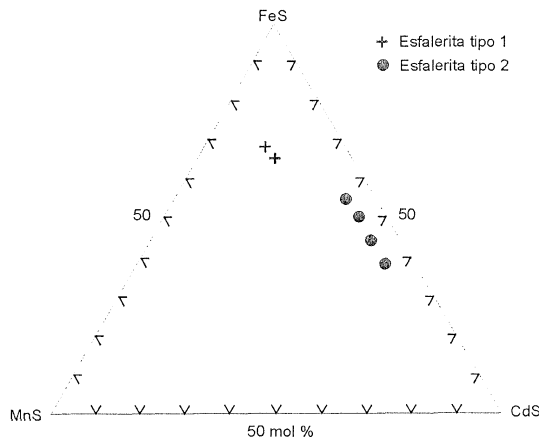


Figura 4. Composición de esfaleritas tipo 1 y tipo 2.

distrito, una paragénesis rica en minerales de plata, níquel, cobalto y teluro. Es frecuente que las estructuras vetiformes se presenten brechosas, con clastos de 1 a 10 cm de lutitas negras de la Formación Negro Peinado, cementados por siderita. La mineralización se registra en venillas finas de siderita, con pirita, esfalerita, galena o en venillas de textura mas gruesa conformada por rodocrosita ferrífera. Son frecuentes las costrificaciones y los rellenos de espacios abiertos en forma de cavidades de algunos centímetros de diámetro.

Los minerales hipogénicos determinados (Schalamuk *et al.*, 1977 y Schalamuk y Logan, 1994) se agrupan en sulfuros comunes: pirita, calcopirita, marcasita, esfalerita, wurtzita, galena; minerales de plata: plata nativa, freibergita, pirargirita-proustita, miargirita, pearceita-polibasita, acantita, argirodita, y estephanita; oro nativo; minerales de cobalto y níquel: rammelsbergita, niquelina, skuterrudita niquelífera y safflorita; minerales de teluro: altaita, teluro nativo y otros teluros aún sin determinar.

En la Mina La Peregrina se identificaron telururos, que son minerales raros en la naturaleza y que se encuentran en pocos depósitos en el mundo como Cripple Creek, Colorado (Guilbert y Park, 1986). Entre ellos se menciona altaita, en granos anhedrales asociados con galena y pirita; y teluro, localizado constituyendo bordes alrededor de altaita.

Los minerales de ganga característicos son: siderita, rodocrosita ferrífera y ankerita; además de cuarzo y calcita y, en menor proporción, baritina. Las especies secundarias registradas son digenita, covelita y, raramente, eritrina, cerargirita, cerusita, oxidados de cobre, limonita y óxidos de manganeso.

En la mina La Viuda la siderita forma bandas con textura fibrosa.

Los estudios mineralógicos y texturales, las relaciones geoquímicas y las características estructurales (Schalamuk y Logan, 1994) de las menas sugieren que la secuencia paragenética fue establecida en tres estadios (figura 3). El primero esencialmente con desarrollo de galena, esfalerita, calcopirita, pirita, cuarzo, siderita, biotita y feldespato potásico. La mineralización principal tuvo lugar en el segundo estadio con la precipitación de minerales de plata, níquel, cobalto, oro, metales base y ganga de rodocrosita ferrífera, ankerita, baritina, cuarzo y sericita; mientras que la tercera concluyó con algunas sulfosales de plata, acantita, plata nativa, telururos, wurtzita y una tercera generación de galena rica en plata, teluro y bismuto, acompañados de calcita, cuarzo y escasa baritina.

La primera generación de esfalerita se caracteriza por contenidos mayores de Fe y Mn (hasta 6,49 % de FeS molar y 0,61% molar de MnS) que la segunda, mientras esta última registra valores superiores en Cd (hasta 1,03% molar de CdS). Asimismo se determinó proporciones mas altas en As y Tl en la variedad I y mayores de Ge en la esfalerita de la segunda generación. Los contenidos en Ga e In son similares para ambas variedades (tablas 1 y 2 y figura 4).

	S1	S2	S3	S4	S5	R1	R2	R3	R4	A
%										
FeO	41,80	44,50	46,80	41,70	44,60	23,60	26,50	27,10	23,70	25,80
MnO	15,80	14,90	12,30	15,80	15,00	31,20	28,80	28,60	31,00	2,40
MgO	2,70	2,60	1,20	---	---	6,10	5,20	5,90	0,50	16,80
CaO	0,20	0,40	0,30	3,00	2,80	0,80	0,60	0,50	6,00	4,20
CO ₂	38,15	37,20	39,10	38,40	37,30	38,10	38,40	38,40	38,20	50,40
Sum	98,45	99,60	99,70	98,90	99,70	99,80	99,50	98,50	99,40	99,60
mol %										
FeCO ₃	68,99	71,31	77,23	68,93	71,47	38,25	43,37	45,06	35,27	52,44
MnCO ₃	26,20	23,88	20,30	26,12	24,04	50,57	47,14	44,23	46,13	4,88
MgCO ₃	4,48	4,17	1,98	---	---	9,89	8,51	9,81	0,74	34,17
CaCO ₃	0,33	0,64	0,49	4,96	4,49	1,30	0,98	0,83	8,93	8,54

Tabla 3: Análisis de carbonatos por microsonda electrónica

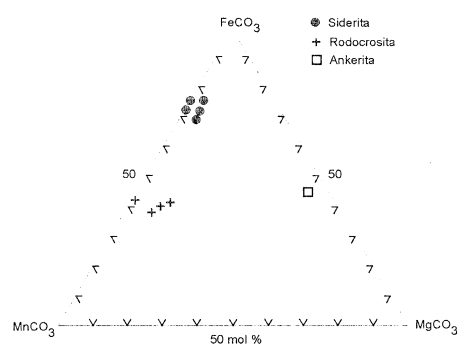


Figura 5. Composición de carbonatos.

Nº	1	2	3	4
% en peso				
Te	96,68	97,24	88,47	95,91
Pb	2,39	4,12	9,19	3,37
S	-	0,47	1,95	0,31
Sb	0,73	0,70	0,65	0,66
Au	-	-	-	-
Ag	0,02	0,04	0,02	0,15
Se	0,02	-	-	0,32
Sumatoria	100,04	102,57	100,28	100,75
atomo %				
Te	97,56	94,91	86,22	95,32
Pb	1,61	2,48	5,51	2,06
S	-	1,84	7,58	1,23
Sb	0,77	0,72	0,66	0,69
Au	-	-	-	0,02
Ag	0,02	0,05	0,03	0,18
Se	0,03	-	-	0,51

Tabla 4. Análisis de teluro nativo por microsonda electrónica

El oro se presenta en pequeños granos (10 a 15 μ) incluido en cuarzo de segunda generación y asociado a los telururos del tercer estadio.

Entre los minerales argentíferos, se destacan por su participación en orden decreciente, proustita, en individuos bien desarrollados, pirargirita, también con buen tamaño en cristales prismáticos y escalenoédricos, acantita y plata nativa, además pequeños registros de pearceita-polibasita, miargirita, stephanita y argirodita, todas las especies asociadas a los carbonatos.

La proustita aparece junto con la pirargirita, la plata nativa y la acantita y constituye uno de los minerales más importantes de Cerro Negro. Ocurre en pequeños agregados granulares rojos de hasta 1,5 cm de diámetro. Un análisis químico revela 64% de Ag, 13,3% de As, 18,8% de S y trazas de Sb (Schalamuk et al. 1977).

La acantita se presenta en dos generaciones. La primera se formó luego de la depositación de la sulfosales de Ag y reemplaza a la galena, proustita – pirargirita formando textura de carie y ocasionalmente intercrecimientos. La segunda generación aparece en espacios abiertos en siderita como cristales elongados.

La plata nativa es muy característica, ya que se la observa en granos o placas de hasta 1,5 mm asociadas a siderita, galena, esfalerita y acantita. Es asimismo muy frecuente una segunda generación que se presente como alambres estriados, de hasta 2 mm de espesor, en espirales y en masas musgosas y dendríticas acompañando a los carbonatos. Los carbonatos que componen la ganga principal muestran variables contenidos en Fe, Mn, Mg y Ca (tabla 3 y figura 5).

El estudio mediante microsonda electrónica del telurio nativo indica contenidos de 88,47 a 97,24% en peso de Te, 9,19 a 4,12% de Pb, 0,47% a 1,45% de S y 0,65% a 0,70% de Sb (tabla 4).

ESTUDIOS DE INCLUSIONES FLUIDAS, ISOTÓPICOS Y GEOCRONOLÓGICOS

Determinaciones de inclusiones fluidas en esfalerita, de segunda generación, han mostrado inclusiones bifásicas (líquidas y gaseosas), con temperaturas de homogeneización en un rango de 190 a 265°C y salinidades que oscilan entre 4,2 y 6,2 % equivalente en ClNa (Schalamuk y Logan, 1994). Por otra parte, los valores en $\delta^{18}\text{O}$, obtenidos en cuarzo, indica que los fluidos mineralizantes tuvieron un importante aporte de aguas meteóricas.

Losada Calderón *et al.* (1994), presentan varios análisis químicos de las rocas dacíticas y riódacíticas de la Formación Mogote, en diferentes afloramientos del sistema de Famatina; y efectúan dataciones $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ que demuestra que las dacitas fueron intruidas hace aproximadamente unos 5 millones de años.

MODELO GENÉTICO

Los depósitos de Cerro Negro se incluyen en la tipología de yacimientos epitermales de adularia-sericita (Heald

et al., 1987) o de baja sulfuración (Hedenquist, 1987). La fuente de calor que generó el sistema hidrotermal se vincula al magmatismo de retroarco que afectó al Sistema de Famatina durante el Terciario.

Las características estructurales del área, la densidad del sistema de fallas son un importante control en la extensión de la mineralización.

Las asociaciones mineralógicas muestran tres estadios en la evolución temporal de la composición de los fluidos mineralizantes.

El primero se caracteriza por la depositación de sulfuros de Cu, Zn y Pb en ganga de siderita. La esfalerita es rica en hierro.

El segundo presenta depositación de oro y la mineralización más importante de plata y minerales de Ni-Co en una ganga de rodocrosita y cuarzo. La esfalerita formada en este estadio es rica en Cd, Mn, Ge y As. El tercer estadio comprende la depositación de telururos en ganga de calcita y cuarzo.

Además, las soluciones con mineralización de las Minas Caldera, Tigre y Cerro Negro tienen un componente importante de agua meteórica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceñolaza, F. G. y A. Toselli, 1976. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste argentino. *2° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas*, 2: 755-763.
- Allchurh, J., 1985. Expediciones mineras. *Departamento Nacional de Minería, Memorias*: 201-208. Buenos Aires.
- Bodenbender, G., 1913. La formación de plata metálica y de los filones argentíferos en el Famatina (Comunicaciones mineras y mineralógicas). *Academia Nacional de Ciencias*, 19: 429-440. Córdoba.
- Brodtkorb, M.; I. Schalamuk, O. Marcos y F. Sardi, 1996. En: Aceñolaza, Miller y Toselli (Eds.), *Geología del Sistema de Famatina. Münchener Geologische Hefte*, 19 (Reic A): 359-358.
- De Alba, E., 1972. Sistema de Famatina. *Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias*. Córdoba.
- Durand, F., A. Toselli, F. Aceñolaza, R. Lech, W. Perez y R. Lencinas, 1990. Geología de la Sierra de Paiman, provincia de la Rioja, Argentina. *11° Congreso Geológico Argentino, Actas*, 2: 15-18. San Juan.
- Guilbert, J.M. y C.F. Parks (1986). *The geology of Ore Deposits*. W.H. Freeman and Co., New York, N.Y.
- Heald, P., N. Foley y D. Haiba, 1987. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: acid-sulfate and adularia-sericite types. *Economic Geology*, 82: 1-26.
- Hedenquist, J. W., 1987. Mineralization associated with volcanic-related hydrothermal systems in the circum-pacific basin. En: M. K. Horn (Ed.), *Transactions of the Fourth Circum-Pacific Energy and Mineral Resources Conference, Singapore. American Association of Petroleum Geologists*: 513-524.

- Losada Calderón, A., S. McBride y M. Bloom, 1994. The geology and $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ geochronology of magmatic activity and related mineralization in the Nevados del Famatina Mining district, La Rioja province, Argentina. *J. South Am. Earth Sciences*, 7: 924.
- Maisonave, H. M., 1979. Descripción Geológica de la Hoja 14c, Cerros Cuminchango, provincia de la Rioja y Catamarca. *Servicio Geológico Nacional, Boletín*, 162. Buenos Aires.
- Marcos, O.R. y J.C. Zanettini (1981) Geología y Exploración del Proyecto Nevados del Famatina. Ministerio de Economía. Susecretaría de Minería. Servicio Minero Nacional, Buenos Aires. Argentina
- Rickard, I. F., 1869. Informe sobre los distritos minerales, minas y establecimientos de la República Argentina en 1968-69. *Publicación Oficial del Ministerio del Interior*. Buenos Aires.
- Ríos Gómez, J., 1990. Evaluación geológica previa de la prospección y exploración del distrito minero de «Cerro Negro», Sistema de Famatina, provincia de La Rioja. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Plan La Rioja*, informe inédito.
- Schalamuk, I. B. y A. V. Logan, 1994. Polimetallic Ag-Te bearing paragenesis of the Cerro Negro District, Famatina Range, La Rioja, Argentina. *Can. Min.*, 32: 657-670.
- Schalamuk, I., V. Angelelli y T. Palacios, 1977. Mineralización del distrito argentífero Cerro Negro (Mina «Peregrina» y otras), departamento Chilecito, La Rioja. *Obra del Centenario del Museo de la Plata*, 5 (*Geología*): 103-118. La Plata.
- Servicio Nacional Minero Geológico, 1973. Exploraciones Geológico-Minero de la provincia de La Rioja (Plan La Rioja). *Ministerio de Economía, Subsecretaría de Minería*, Buenos Aires.
- Stelzner, A., 1985. Beitrage Zeir geologie and Paleontologie de Argentinischer reppublics. I. Cassel und Berlein.
- Turner, J. C., 1971. Descripción geológica de la Hoja 15d, Famatina, provincia de la Rioja. *Dirección Nacional de Geología y Minería*.
- Viteau, P., 1910. Informe sobre el estado de la minería de los distritos de Famatina y Guandacol. *An. Ministerio de Agricultura., Sec. Geol. y Minería*. Buenos Aires.